

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 3332463 A1

⑯ Int. Cl. 3:

G01S 3/78

⑯ Aktenzeichen: P 33 32 463.8
⑯ Anmeldetag: 8. 9. 83
⑯ Offenlegungstag: 3. 5. 84

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯

29.10.82 US 437721

⑯ Anmelder:

The Perkin-Elmer Corp., 06856 Norwalk, Conn., US

⑯ Vertreter:

Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 8000
München

⑯ Erfinder:

Grotts, Jeffrey W., 06801 Bethel, Conn., US; Abreu,
Rene, 06810 New Fairfield, Conn., US

⑯ Nichtabbildendes System zur Feststellung des Einfallswinkels einer Strahlung

Es wird ein nichtabbildender Detektor für die direkte Messung des Einfallswinkels der Strahlung in einer Ebene von einer Strahlungs- insbesondere einer Lichtquelle, beschrieben. Der Detektor enthält eine Schlitzmaske, die schmale Strahlungslinien auf eine Gruppe von Detektorelementen durchläßt, die sich direkt unter der Schlitzmaske befinden. Die Detektoren haben eine solche Form, daß sie lichtelektrische Photoströme erzeugen, deren Verhältnis exponentiell zunimmt, wenn sich die Strahlungslinien durch die Slitze in Abhängigkeit von Änderungen im Einfallswinkel längs der Gruppe verschieben. Die Formen der Detektoren werden entsprechend einer exponentiellen Gleichung ausgelegt, so daß die benachbarten Reihen von Detektoren Photoströme mit entsprechenden Größen erzeugen; dadurch führt die Differenz der Logarithmen der Photoströme von benachbarten Reihen zu einem Signal, das direkt proportional zu dem Einfallswinkel ist, wenn durch entsprechende Schaltungen eine solche Subtraktion durchgeführt wird.

DE 3332463 A1

GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & PARTNER

1

PATENTANWÄLTE
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

A. GRÜNECKER, DR. PH.
DR. H. KINKELDEY, DR. ING.
DR. W. STOCKMAIR, DR. ING., IP-TECH
DR. K. SCHUMANN, DR. PHYS.
P. H. JAKOB, DR. ING.
DR. G. BEZOLD, DR. DENT.
W. MEISTER, DR. ING.
H. HILGERS, DR. ING.
DR. H. MEYER-HEATH, DR. ING.

5

8000 MÜNCHEN 22
MAX-JAUSSETRASSE 53

10

P H 18 073

THE PERKIN-ELMER CORPORATION

Main Avenue

Norwalk, Connecticut 06856

15 U S A

20 Nichtabbildendes System zur Feststellung
des Einfallswinkels einer StrahlungPatentansprüche

25 1. Detektor zur Bestimmung des Einfallswinkels einer Strahlungsquelle in einer senkrecht zu dem Detektor verlaufenden Ebene, gekennzeichnet durch eine lichtundurchlässige, planare Schlitzmaske (32) mit wenigstens einem schmalen, transparenten, geradlinigen
30 Schlitz (34, 35, 36) in der lichtundurchlässigen Ebene der Schlitzmaske (32), und durch eine Detektorgruppe (10), die in einer Ebene parallel zu dem Abstand von der planaren Schlitzmaske (32) angeordnet ist und mehrere, benachbarte, identische Detektorelemente (22, 23, 24), deren
35 Längsachsen jeweils parallel zueinander und senkrecht zu dem transparenten Schlitz (34, 35, 36) sind, weiterhin

1 einen ersten, mit der ersten Oberfläche der Detektorelemente in der Gruppe (10) gekoppelten Leiter, einen zweiten, mit der zweiten Oberfläche von abwechselnden, benachbarten Detektorelementen gekoppelten Leiter und ein den 5 Detektorelementen (22, 23, 24) zugeordnetes, logarithmisches Glied (46, 48) zur Erzeugung von ersten und zweiten logarithmischen Signalen aufweist, die den durch benachbarte Elemente erzeugten lichtelektrischen Photoströmen entsprechen, wobei die Oberfläche jedes Elementes in der Nähe 10 der Schlitzmaske (32) so geformt ist, daß aus der durch den Schlitz auf das erste Ende der Elementoberfläche fallenden Strahlung ein maximaler Detektor-Photostrom und aus der durch den Schlitz auf das zweite Ende der Elementoberfläche fallenden Strahlung ein minimaler Detektorphotostrom 15 erzeugt wird, und wobei die Musterform an der Oberfläche jedes Detektorelementes im Vergleich mit der auf der Oberfläche des benachbarten Elementes umgekehrt ist, wodurch das erste Ende eines Elementes in der Nähe des zweiten Endes eines benachbarten Elementes liegt.

20

2. Detektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektgruppe (10) mehrere benachbarte Streifen (12-20) aufweist, daß jeder Streifen (12-20) mehrere Detektor- 25 elemente (22, 23, 24) bildet, daß die Elemente (22, 23, 24) in jedem Streifen (12-20) in Reihe mit einem der zweiten Leiter geschaltet sind, und daß die Musterform der Detektorelemente in jedem der Streifen im Vergleich mit der Musterform der Elemente in den benachbarten Streifen umgekehrt ist.

30

3. Detektor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Musterform jedes Detektorelementes das logarithmische Glied enthält, und daß die Längsbewegung eines dünnen, 35 in Querrichtung verlaufenden Lichtstrahls über das Element durch den ersten und zweiten Leiter lichtelektrische Photo-

1

ströme mit einem exponentiellen Amplitudenverhältnis erzeugt.

5 4. Detektor nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Streifen (12-20) von Detektorelementen auf einem Detektormaterial mit einer daran befestigten, darüber liegenden, lichtundurchlässigen Maske (21) mit einem Muster ausgebildet ist, das jedes Detektorelement freigibt, und daß der zweite Leiter längs der oberen, in Längsrichtung verlaufenden Mitte jedes Elementes liegt.

15 5. Detektor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Elemente, das durch die darüber liegende Maske (21) freigegeben wird, erste und zweite, miteinander verbundene Detektorabschnitte enthält, die jeweils die Hälfte der Länge jedes Elementes einnehmen, wobei der erste Abschnitt über seine gesamte Länge eine konstante Breite 20 hat, während der zweite Abschnitt an seinem ersten Ende eine Breite hat, die der Breite des damit verbundenen, ersten Abschnittes entspricht, und sich diese Breite entsprechend einer Exponentialkurve von diesem Punkt zum zweiten Ende dieses Abschnittes hin verringert.

25 6. Detektor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Breite des zweiten Abschnittes jedes Detektorelementes von dem ersten Ende zum zweiten Ende des Abschnittes hin entsprechend einer Kurve nach der folgenden Gleichung 30 verringert:

$$f(x) = e^{(\kappa \sin^{-1} \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}})}$$

35 wobei bedeuten:

n_1 = Brechungsindex der darüber

1

liegenden Maske (21)

n2 = Brechungsindex von Luft

x = in Längsrichtung ein Punkt,

5

gemessen von dem ersten Ende
des zweiten Abschnittes aus, und

H = der Abstand zwischen der Ober-
fläche des Detektorelementes und
der lichtundurchlässigen, plana-
ren Schlitzmaske (32).

10

7. Detektor nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch ge-
kennzeichnet, daß mit dem Leiter in abwechselnden Streifen
von Detektorelementen eine erste Leitung gekoppelt ist,
daß mit den übrigen Streifen von Detektorelementen eine
zweite Leitung gekoppelt ist, daß erste und zweite loga-
rithmische Schaltungen vorgesehen sind, die jeweils mit
den ersten und zweiten Leitungen gekoppelt sind, um erste
und zweite Ausgangssignale zu erzeugen, die proportional
zu dem natürlichen Logarithmus der lichtelektrischen Photo-
ströme in der ersten bzw. zweiten Leitung sind, und daß
mit den ersten und zweiten logarithmischen Schaltungen Dif-
ferenzglieder gekoppelt sind, um die ersten und zweiten
Ausgangssignale zu subtrahieren und ein Ausgangssignal zu
erzeugen, welches direkt proportional zu dem Einfallswin-
kel der Strahlung in einer senkrecht zu dem Detektor ver-
laufenden Ebene ist.

30

35

1

5

Nichtabbildendes System zur Feststellung
des Einfallswinkels einer Strahlung

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft allgemein einen Strahlungsdetektor, und insbesondere einen nichtabbildenden Detektor für die direkte Messung des Einfallswinkels der von einer Strahlungsquelle kommenden Strahlung aus einer Ebene senkrecht 10 zum Detektor.

Dieser Detektor und seine relativ einfache, zugehörige elektrische Schaltung erzeugt ein Ausgangssignal mit einer 15 Amplitude, die proportional zu dem Winkel ist, in dem eine Strahlungsquelle, wie beispielsweise die Landungslampen eines Flugzeugs oder das periodisch aufblitzende Licht eines entfernten Flugzeugs, von einer Ebene verschoben ist, die senkrecht zur Oberfläche des Detektors verläuft. 20 Beispielsweise kann der Detektor so angeordnet und ausgerichtet werden, daß er einen Azimut-Winkel von einem bestimmten Bezugspunkt feststellt, wie beispielsweise vom Kopfpunkt der Rollbahn eines Flughafens; wenn ein solcher Detektor dann der Strahlung vom Landungslicht eines Flugzeugs ausgesetzt wird, erzeugt er ein Ausgangssignal, das 25 proportional zu dem Azimut-Winkel des Flugzeugs, gemessen vom Kopfpunkt der Rollbahn aus, ist. Wenn die Messung des horizontalen Annäherungswinkels erforderlich ist, muß ein zweites Detektorsystem verwendet werden, welches entsprechend ausgerichtet ist, um die Flugbahn oder den Höhenwinkel 30 festzustellen. Die Detektoren sind so ausgelegt, daß sie gegenüber Änderungen der Strahlung in der senkrechten Achse vollständig unempfindlich sind, so daß es keine Kreuzstörungen zwischen Detektoren gibt, die in zueinander 35 senkrechten Ebenen arbeiten.

1 Der noch zu beschreibende Detektor ist unempfindlich gegenüber kurzen Strahlungsausbrüchen oder Änderungen der Strahlungsintensität und liefert kontinuierlich exakte, sich

5 nicht ändernde Ausgangssignale für die Winkelanzeige, so lange das sich näherende Flugzeug manövriert und erfaßt werden kann und der Lichtstrahl auf den Detektor zu und von ihm weg geschwenkt wird. Deshalb können also zwei oder

10 mehr Detektoren mit ihren zugehörigen elektrischen Schaltungen in einem (automatischen) Nachtlandesystem oder für andere Anwendungsfälle verwendet werden, bei denen exakte Angaben über die Richtung einer Lichtquelle erforderlich sind.

15 Der Detektor und die zugehörigen Schaltungen können bei Bedarf extrem klein ausgelegt und in Massenfertigung zu relativ geringen Kosten durch herkömmliche Ablagerungstechniken hergestellt werden, wie sie auch bei der Fertigung von integrierten elektronischen Schaltungen eingesetzt

20 werden. Die Detektorgruppe besteht aus einer relativ großen Zahl von dünnen, benachbarten, parallelen Streifen aus einem Detektormaterial mit geeigneter Empfindlichkeit für die festzustellende Strahlung. Über jedem parallelen Streifen befindet sich eine Maske, die so abgelagert worden ist, daß sie offene Flächen frei läßt; diese Flächen enthalten dann mehrere, identische, in Reihe geschaltete Detektorelemente mit bestimmter Form auf der Oberfläche des Detektormaterials. In Längsrichtung durch jeden Reihendetektor in einem Detektorstreifen verläuft ein abgelagerter, elektrischer Leiter, um das Photodetektorsignal zu der zugehörigen, externen Schaltung zu übermitteln. Das Maskenmuster ist in jedem benachbarten Streifen umgekehrt;

25 die elektrischen Leiter, die den Detektoren jedes dieser abwechselnden Streifen der Gruppe verbunden sind, sind

30 miteinander gekoppelt, so daß in abwechselnden Streifen die lichtelektrischen Photoströme in den Leitern in entge-

35

1

gengesetzten Richtungen fließen.

5 Im geringen Abstand über der Gruppe von Detektoren, jedoch
10 im Abstand davon, ist eine obere, lichtundurchlässige
15 Schlitzmaske mit mehreren, schmalen, parallelen Schlitzen
20 oder transparenten Linien angeordnet, die seitlich zur
25 Längsachse jedes parallelen Detektorstreifens ausgerichtet
30 sind. Der gleiche Abstand zwischen jedem Schlitz in dieser
35 Vielzahl von Schlitzen entspricht der Länge jedes Detektor-
elementes in jedem parallelen Streifen; die Mittellinie
40 jedes Schlitzes ist exakt über und parallel zu einer seit-
45 lichen Linie über die Mitte jedes Elementes angeordnet. Da-
50 mit wird also die Strahlung von der Quelle exakt senkrecht
55 zur Oberfläche der oberen Schlitzmaske als schmale Strah-
60 lungsschlitz über die Detektorgruppe projiziert, wobei je-
65 die Projektionslinie die Mitte der Detektoren in benachbar-
70 ten, parallelen Streifen kreuzt.

20 Wie oben angedeutet wurde, haben die in Reihe geschalteten
25 Detektoren in benachbarten, parallelen Streifen umgekehrte
30 Maskenmuster, so daß ihre jeweiligen Ausgangsströme ent-
35 sprechend den Musterrichtungen fließen. Wenn die projizier-
40 te Strahlung durch die Slitze der oberen Schlitzmaske
45 auf die Mitten der Detektoren in benachbarten Gruppen
50 fällt, wird jeder Detektor in gleicher Weise erregt, d.h.,
55 die lichtelektrischen Photoströme von benachbarten Streifen
60 sind gleich, so daß ihre Differenz zu Null wird. Die Masken
65 in abwechselnden Detektorstreifen haben jedoch eine solche
70 Form, daß sich fortschreitend eine geringe Strahlung und
75 damit geringere Photoströme ergeben, wenn sich die Strahlung
80 durch die obere Schlitzmaske in Längsrichtung von der Mitte
85 der Detektorzellen zu den Enden hin verschiebt. Deshalb er-
90 zeugen bei einer Änderung des Winkels der Strahlungsquelle
95 die Detektoren in einem abwechselnden Streifen geringere
Ströme, während die anderen, abwechselnden Streifen von De-

1 tekturen weiter die gleichen Ströme oder in Abhängigkeit
von der Auslegung der Detektormaske größere Ströme erzeu-
gen. Damit nimmt also bei einer Änderung des Strahlungswin-
kels die Differenz der lichtelektrischen Photoströme von
5 den Detektoren in abwechselnden Streifen zu. Man könnte
annehmen, daß es eine leichte Aufgabe wäre, den Winkel der
Strahlungsquelle durch Messung der Gesamtströme von den ab-
wechselnden Streifen in der Gruppe zu bestimmen, d.h., die
10 entsprechenden Arbeitsgänge durchzuführen. Unglücklicherwei-
se sind jedoch die Probleme, die mit der Durchführung die-
ser Teilung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der ge-
wünschten Empfindlichkeit und des dynamischen Bereiches
verbunden sind, beträchtlich und nur mit hohem Kostenauf-
wand zu lösen; außerdem führen sie oft zu Fehlern, die
15 diese Lösung für die Praxis ungeeignet machen.

Im einzelnen enthält die Detektorgruppe nach der vorlie-
genden Erfindung mehrere, langgestreckte, benachbarte De-
20 tektorstreifen, wobei jeder Streifen auf seiner Oberfläche
mit einer Maske versehen ist, um nur mehrere, identische,
in Reihe geschaltete Detektorelemente freizugeben; ein
Leiter für den Photostrom ist in Längsrichtung auf der
Oberfläche der Elemente in jedem Streifen ausgerichtet.
25 Die Elemente auf abwechselnden Detektorstreifen sind im
Vergleich mit denen der benachbarten Streifen in entgegen-
gesetzter Richtung ausgerichtet, so daß von jeder Gruppe
von abwechselnden Detektorstreifen lichtelektrische Photo-
ströme erhalten werden können, die jeweils in entgegen-
30 gesetzten Richtungen fließen. Die gesamte Detektorgruppe be-
findet sich unter und im Abstand von einer parallelen,
lichtundurchlässigen Maske in einer Ebene mit schmalen,
transparenten Schlitzen, die senkrecht zu einer Längsachse
der Detektorstreifen verlaufen und in einem Abstand vonein-
35 ander angeordnet sind, der gleich der Länge jedes Detektor-
elementes in den Streifen ist. Die Strahlung von einer

1

Strahlungsquelle, die auf die Maskenebene von einer senkrecht zu der Ebene des Detektors verlaufenden Quelle trifft, passiert die schmalen Querschlitzte der Strahlung über den Detektorstreifen und über der Mitte jedes Elementes. Wenn der Einfallswinkel von dieser Senkrechten abweicht, verschieben sich die Querstrahlungsschlitzte in Längsrichtung über die Elemente. Die Form jeder Maske, die über den Detektorstreifen liegt und mehrere, identische Elemente bildet, entspricht einer bestimmten exponentiellen (Streulicht)Blendenfunktion, welche die direkte Ableitung des Einfallswinkels ermöglicht, indem der Logarithmus der beiden lichtelektrischen Photoströme von jeder Gruppe von abwechselnden Detektoren subtrahiert wird; diese Berechnung läßt sich mit im Handel erhältlichen, integrierten Schaltungen leicht ausführen, ohne daß Einbußen an Empfindlichkeit, Genauigkeit oder Zuverlässigkeit in Kauf genommen werden müssen.

20 Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

25 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Teils einer Detektorgruppe mit der darüber liegenden Schlitzmaske und der elektronischen Schaltung, und

30 Fig. 2 im stark vergrößerten Maßstab eine perspektivische Ansicht eines Detektorelementes der Gruppe nach Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Abschnitt einer Detektorgruppe 10, die mehrere, benachbarte, parallele Streifen 12 bis 20 aufweist; jeder Streifen ist aus einem zweckmäßigen Detektormaterial hergestellt, das empfindlich für den Wellenlängenbereich des festzustellenden Lichtes ist. Jeder parallele Streifen

1 ist mit einer daran befestigten, darüber liegenden, licht-
undurchlässigen Maske 21 beschichtet, die mehrere, in
5 Reihe geschaltete, diskrete Detektorelemente freigibt, wie
beispielsweise die Elemente 22, 23 und 24 auf dem Detek-
torstreifen 12. Die unteren Oberflächen aller Detek-
torstreifen sind mit einem gemeinsamen Leiter 25 gekoppelt;
jeder Streifen 12 bis 20 enthält einen oberen, elektri-
10 schen Leiter 26, der sich in Kontakt mit der oberen Ober-
fläche jedes Elementes in dem Streifen befindet, um den
lichtelektrischen Strom von jedem der reihengeschalteten
Elemente in jedem Streifen abzuleiten.

Wie man in Fig. 1 erkennt, sind die Reihenelementen in be-
15 nachbarten Detektorstreifen, wie beispielsweise die Strei-
fen 12 und 14 oder 14 und 16, in Musterrichtung umgekehrt
angeordnet, wobei die Leiter für den lichtelektrischen
Strom der abwechselnden Streifen miteinander verbunden
sind. D.h. also, daß die Leiter von abwechselnden Detek-
20 torstreifen 12, 16 und 20 mit einer gemeinsamen Leitung
28 und die Leiter von den abwechselnden Streifen 14 und 18
mit dem gemeinsamen Leiter 30 verbunden sind.

Über der Detektorgruppe 10 und parallel dazu ist eine
25 Schlitzmaske 32 angeordnet, die aus einem lichtundurchlás-
sigen Material mit mehreren, transparenten, parallelen
Schlitzen 34, 35 und 36 hergestellt ist; die Slitze 34,
35 und 36 sind senkrecht zu der Achse jedes Detektorstrei-
fens in der Gruppe 10 ausgerichtet. Der Abstand zwischen
30 jedem Slitz in der Schlitzmaske 32 ist gleich der Länge
jedes diskreten Elementes der Detektorstreifen, wobei
die Schlitzmaske so angeordnet ist, daß die von einem Punkt
senkrecht zur Oberfläche der Schlitzmaske ausgehende Strah-
lung durch die Slitze 34 bis 36 zu den seitlichen Mittel-
35 linien jedes benachbarten Detektorelementes in benachbar-
ten Streifen durchgelassen wird. D.h. also, daß ein sehr

- 7 -
. A A .

1

schmaler "Strahlungsbalken", der den Schlitz 35 passiert, wie durch die gestrichelte Linie 38 angedeutet ist, in Querrichtung zu der Gruppe 10 an den Mittelpunkten aller 5 diskreter Detektorelemente in der zweiten Spalte von Elementen liegen wird, wie durch die gestrichelte Linie 40 angedeutet ist.

Alle diskreten Detektorelemente in allen parallelen Detektorstreifen der Gruppe 10 haben eine identische Größe und Form; nur die Ausrichtung der Elemente in irgendeinem Detektorstreifen ist umgekehrt im Vergleich mit der Ausrichtung der Elemente in den benachbarten Streifen. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird jedes diskrete Detektor- 15 element, wie beispielsweise das Element 23 in der zweiten Spalte des Detektorstreifens 12, durch die Maske 21 in eine erste Hälfte mit einer über seine gesamte Länge gleichen Breite und in eine zweite Hälfte mit der gleichen Länge aufgeteilt, wobei jedoch die Breite dieser zweiten Hälfte 20 sich exponentiell von der Mitte des Elementes bis zu seinem Ende hin sowie bis zum Beginn des nächsten, in Reihe liegenden Elementes 24 verringert. Die Elemente in den benachbarten Detektorstreifen 14 sind in umgekehrter Richtung ausgerichtet. Damit fällt also der schmale Strahlungsstreifen, 25 der den Schlitz 35 der Schlitzmaske 32 passiert hat und durch die gestrichelte Linie 40 angedeutet ist, auf die Mittelpunkte der Elemente der benachbarten, zweiten Spalte. Da die benachbarten Detektoren an ihren mittleren Bereichen die gleiche Breite haben, werden von ihren jeweiligen Leitern 30 26 und 27 die gleichen lichtelektrischen Ströme bzw. Photoströme abgegeben.

Wenn sich die Strahlungsquelle in der Y-Richtung verschiebt, wie durch die Pfeile 42 angedeutet ist, bleibt die durch 35 die gestrichelte Linie 40 angedeutete Strahlung in ihrer Lage auf der Mitte der Detektorelemente der zweiten Spalte,

1 so daß die Detektorgruppe unempfindlich gegenüber einer
Verschiebung der Strahlung in der Y-Richtung ist. Eine
kleine Verschiebung des Einfallswinkels in X-Richtung ver-
5 schiebt jedoch die durch die gestrichelte Linie 40 ange-
deutete Strahlung so, daß die Photoströme von den Detektor-
elementen in einem Detektorstreifen wegen der konstanten
Detektorbreite unverändert bleiben, während der Photostrom
in benachbarten Streifen wegen der exponentiell kleiner
10 werdenden Breiten der Detektorelemente abnimmt.

Die gesamten Photoströme von allen abwechselnden Detektor-
streifen werden in ihren jeweiligen Sammelleitungen 28 und
30 addiert und auf logarithmische Schaltungen bzw. Verstär-
15 ker sowie Differenz-Schaltungen gegeben, welche die Loga-
rithmus-Werte abziehen, um ein Ausgangssignal zu erzeugen,
welches direkt proportional zu dem Einfallswinkel der Be-
leuchtungsquelle ist. Die Sammelleitungen 28 und 30 sind
also mit dem Eingang von im Handel erhältlichen Schaltungen
20 46 bzw. 48 verbunden, die eine logarithmische Kompression
durchführen, also die Stromwerte in den entsprechenden na-
türlichen Logarithmus umwandeln; die dadurch gewonnenen
logarithmischen Werte werden einem Differenzverstärker 50
und einem geeigneten Umwandler, insbesondere einem Impuls-
25 frequenzteiler (scaler) zugeführt, der ein Ausgangssig-
nal erzeugt, das direkt proportional zu dem Einfallswinkel
der Strahlungsquelle ist und diesen Winkel in geeigneten
Geraden anzeigt.

30 Fig. 2 zeigt im stark vergrößerten Maßstab eine Ansicht ei-
nes diskreten Detektorelementes, wie beispielsweise des
Detektorelementes 23 auf dem Detektorstreifen 12 in Verbin-
dung mit der Maske 21 und dem in Längsrichtung verlaufen-
den Leiter 26 für den Photostrom. Die gestrichelte Linie
35 44 stellt die schmale Strahlungslinie dar, die durch den
Schlitz 35 der Schlitzmaske 32 von einer Quelle mit einem

- 9 -
13.

1 Einfallswinkel Null in X-Richtung verläuft; die gestrichelte Linie 40 liegt gemäß der Darstellung über der seitlichen Mittellinie des Elementes 23. Wie oben beschrieben wurde,

5 hat die erste Hälfte des Elementes eine konstante Breite, während sich die Breite der zweiten Hälfte des Elementes 23 exponentiell verringert, um einen kleineren Photostrom zu liefern, wenn die in Querrichtung verlaufende Beleuchtungslinie, d.h., die Linie 40, sich in dieser Richtung

10 längs des Elementes durch eine Änderung des Einfallswinkels in X-Richtung der Strahlungsquelle verschiebt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform soll das Verhältnis der Gesamt-Photoströme I_1/I_2 , die von den abwechselnden Detektrostreifen erzeugt werden, die folgende Beziehung erfüllen.

$$\frac{I_1}{I_2} = e^{K_1 \theta}$$

20 wobei K_1 ein Skalenfaktor und θ der Einfallswinkel sind.

Wenn die Breiten der Schlitze 34 bis 36 in der Schlitzmaske 32 sehr schmal sind, dann gilt:

25

$$e^{K_1 \theta} = f(x) = e^{(K_1 \sin^{-1} \frac{n_1}{n_e} \cdot \frac{x}{\sqrt{x^2 + H^2}})}$$

30 wobei die folgenden Bezeichnungen verwendet werden:

n_1 = Brechungsindex des Maskenmaterials,
 n_e = Brechungsindex von Luft
35 x = eine Stelle in X-Richtung längs des Elementes,
und

- 10 -
14.

1

H = der Abstand zwischen der Gruppe 10 und
der Schlitzmaske 32.

5 Diese Gleichung definiert den exponentiellen Kurvenver-
lauf der Detektorelemente.

Gemäß Fig. 2 können die seitliche Mitte 52 des Elementes
23, d.h., der Punkt, an dem $X = 0$ ist, wie bei der ge-
10 strichelten Linie 40 angedeutet wird, ausgedrückt werden
durch:

$$f(X) = 1.$$

15 Die Kurve folgt dann der obigen Gleichung bis zu ihrem
Ende am Bezugszeichen 54, bei $X = X_{\max}$.

Die Gruppe 10, die Detektorelemente und die parallele
Schlitzmaske 12 können jede gewünschte Größe haben. Wenn
20 eine Detektorgruppe extrem klein ausgelegt wird, kann die
Länge jedes diskreten Detektorelementes, wie beispielswei-
se des Elementes 23, näherungsweise 0,60 mm und seine
Breite maximal 0,10 mm betragen. Die Breite des schmalen
Abschnittes des Elementes kann beispielsweise am Punkt 54,
25 d.h., an der Stelle, wo bei der Gleichung für die Defini-
tion der Kurve $X = X_{\max}$ ist, näherungsweise 0,02 mm und
die Breite des Leiters 26 für den Photostrom 0,01 mm sein.
Bei diesem typischen Detektor kann die gesamte Detektor-
gruppe 10 insgesamt 100 oder mehr Detektorstreifen, wie
30 beispielsweise die Streifen 12 bis 20 enthalten, während
jeder Streifen wiederum 20 oder mehr diskrete Detektor-
elemente aufweisen kann, wie beispielsweise die Elemente
22 bis 24.

35 Selbstverständlich werden die obigen Abmessungen eines
typischen Detektors nur als besonders zweckmäßige, nicht

- 41 -

15.

1

jedoch als unbedingt erforderliche Merkmale erwähnt, da
die physikalische Größe der Gruppe und die Abmessungen
der Detektorelemente je nach Wunsch durch Änderung des
5 Wertes des Skalenfaktors in der Gleichung für die Defini-
tion der Kurve variiert werden können.

10

15

20

25

30

35

16.
Leerseite

17
111

Nummer: 33 32 463
Int. Cl. 9: G 01 S 3/78
Anmeldetag: 8. September 1983
Offenlegungstag: 3. Mai 1984

